บุคคลตัวอย่างที่เราจะแนะนำให้ท่านรู้จักครั้งนี้ เป็นผู้ที่มีความชำนาญในวิทยาการด้านต่าง ๆ สามารถทำงานได้ทุก.ๆ ด้าน เช่น ให้คำแนะนำ วิเคราะห์ ออกแบบ สำรวจ พยากรณ์ แสดงผล·ทดสอบและสอน ท่านผู้นี้ไม่ใช่คนครับ....

เทคโนโลยีของระบบผู้ชำนาญการ

มนึก คีรีโต

มนุษย์เราจะมีผู้ชำนาญในสาขาวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งคงต้องผ่านการฝึกฝนอบรม มีประสบการณ์กับงานในลักษณะนั้นอย่างเชี่ยวชาญ ช่ำชอง จนกระทั่งคนทั่วไปยกย่องว่าเป็น **expert** หรือ **ผู้เชี่ยวชาญ** หรือ **ผู้ชำนาญการ** ถ้าเราสามารถที่จะทำให้คอมพิวเตอร์กลายเป็น ผู้ชำนาญการ ในสาขาใดสาขาหนึ่งอย่างเฉพาะเจาะจง โดยมีความรู้ความสามารถเหมือนอย่างผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์แล้ว ย่อมจะสร้างประโยชน์แก่มนุษย์อย่างมหาศาลทีเดียว

ระบบผู้ชำนาญการ(Expert Systems) นั้นออะไร จะสามารถช่วยขยายขอบเขตความสามารถของมนุษย์ได้สักแค่ไหน และนักคอมพิวเตอร์กำลังค้นหาอะไรอยู่บ้าง นั่นคือเนื้อหาที่ผู้เขียนพยายามที่จะตอบในบทความนี้

ระบบผู้ชำนาญการคืออะไร

ระบบผู้ชำนาญการ ในที่นี้ก็คือ โปรแกรมที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้อย่างมนุษย์ สามารถให้คำแนะนำ วิเคราะห์ แยกแยะ สื่อสาร ให้คำปรึกษา ออกแบบ วินิจฉัย อธิบาย สำรวจ พยากรณ์ กำหนดวิธีการ ชี้ชัด แปลความหมาย แสดงหลักฐาน เรียนรู้ จัดการ แสดงผล วางแผน เสนอผลงาน ค้นหาข้อมูล จัดตาราง ทดสอบและสอน สิ่งเหล่านี้จะกระทำได้ก็ต่อเมื่อคอมพิวเตอร์มีความสามารถในการแก้ไขปัญหา โดยใช้ความรู้ความชำนาญพิเศษในเรื่องนั้นๆ โดยเฉพาะ

ระบบผู้ชำนาญการที่ถูกพัฒนาขึ้น โดยการนำความรู้ของผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ในการแก้ไขปัญหาเฉพาะอย่าง การใช้ความคิดที่มีเหตุผล เป็นขั้นตอน จะถูกป้อนเข้าคอมพิวเตอร์ ระบบต้นแบบจะถูกสร้างขึ้นก่อนเพื่อจะทดสอบว่าระบบผู้ชำนาญการนี้ จะมีความสามารถในการแก้ไขปัญหาเหมือนผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ สมกับชื่อของมันจริงๆ หรือไม่ อาจสรุปความหมายของระบบนี้ได้ดังรูปที่ 1

ผู้เชี่ยวชาญมักจะแก้ปัญหาประเภทที่หาคำตอบลำบาก แม้ว่าตัวปัญหาเองบางครั้งอาจจะไม่ชัดเจน แต่โดยการใช้วิธีวิเคราะห์และการวางแผนที่ชาญฉลาด เพื่อนำเข้าสู่เป้าหมาย หรือคำตอบที่ต้องการได้ สำหรับคำถามหรือปัญหาที่มีความซับซ้อน มีโครงสร้างของปัญหาไม่ดีนั้น เราจำเป็นต้องเลือกใช้วิธีการที่ชาญฉลาดในเชิงที่เรียกว่า **Heuristics** บางครั้งต้องใช้ กฎกำปั้นทุบดิน(Rules of thumb) กล่าวคือการค้นหาหลักเกณฑ์ที่เหมาะสม ที่ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ใช้ในการแก้ปัญหาเมื่อเวลาในการแก้ปัญหามีจำกัด หรือข้อมูลในการช่วยแก้ปัญหามีจำกัดด้วย

ระบบผู้ชำนาญการถูกนำไปใช้ในการแก้ปัญหายากๆ มากๆ ยกตัวอย่างเช่น ระบบผู้ชำนาญการสำหรับการวินิจฉัยโรคติดเชื้อแบคทีเรียในระบบโลหิตที่เรียกว่า "MYCIN" ช่วยในการค้นหาตัวปัญหา ประมวลผลข้อมูล ตั้งคำถามรวบรวมข่าวสาร ตั้งข้อสมมติฐาน จัดกลุ่มแยกแยะความแตกต่าง ติดตามข้อมูล และตรวจสอบความถูกต้องของสมมติฐาน ถามคำถามเพื่อหาข้อมูลเพิ่มเติม จนกระทั่งให้คำตอบที่แม่นยำที่สุดออกมา

ระบบผู้ชำนาญควรจะมีคุณสมบัติสำคัญๆ ดังต่อไปนี้

– มีความสามารถในการที่จะดึงเอาความรอบรู้ที่มีอยู่ มาแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถค้นหาเหตุผลอันมีหลัก ถึงแม้จะมีข้อมูลของตัวคำถามที่ไม่สมบูรณ์ หรือไม่แน่ชัดก็ยังสามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง

– มีความสามารถในการให้คำอธิบายหรือให้เหตุผลในสิ่งที่คอมพิวเตอร์ตัดสินใจหรือทำได้

– มีความสามารถในการติดต่อสื่อสารกับผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ได้ และสามารถเพิ่มพูนความรู้ให้มีมากขึ้นด้วย(มีความสามารถในการเรียนรู้สูง)

– จัดระบบความรอบรู้ที่มีอยู่ให้เป็นระเบียบ ให้มีโครงสร้างที่เหมาะสม

– ผู้ชำนาญการที่ดี มักจะต้องเกี่ยวข้องกับกฎของเหตุผล และพร้อมกับกฎที่มีข้อยกเว้น ระบบควรจะเข้าใจจังหวะการทำงานนี้ให้ถูกต้อง

– รู้ว่าสิ่งที่กำลังแก้ไขอยู่นั้น อยู่ในความสามารถ หรืออยู่นอกเหนือความสามารถของระบบ และรู้ว่าควรจะส่งต่อคำถามนี้ไปหรือยัง(หรือควรจะส่งไปให้ใครแก้ไขดีที่สุด)

ระบบผู้ชำนาญการบางระบบ อาจจะมีคุณสมบัติใน 3 ประการแรกเท่านั้น นั่นคือ มีความสามารถในการแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ เทียบเท่าผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นมนุษย์ในสาขาวิชานั้น ความสามารถในการอธิบายเหตุผล และเพิ่มพูนความรู้ให้มากขึ้น

คอมพิวเตอร์ผู้ชำนาญการที่มีลักษณะของความรอบรู้ ใกล้เคียงกับผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์นั้น อาจจะแบ่งความรอบรู้ไปใน 2 ลักษณะ คือ ความรอบรู้ระดับทั่วไป (surface representation of knowledge) และความรอบรู้ระดับลึก(deep representation of knowledge) ความรอบรู้ในระดับลึก อาจจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่แทนความเข้าใจที่ลึกซึ้ง การเข้าใจรูปภาพ ความนึกคิดที่ซับซ้อน

> *ระบบผู้ชำนาญการบางระบบ มีความสามารถในการแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ เทียบเท่าผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นมนุษย์ในสาขาวิชานั้น ความสามารถในการอธิบายเหตุผล และเพิ่มพูนความรู้ให้มากขึ้น*

ต่อเนื่องกัน ในลักษณะนี้ มนุษย์มักจะแทนความเข้าใจนั้นด้วยรูปที่เป็นโครงสร้าง หรือเป็นฟังก์ชันที่เชื่อมโยงต่อถึงกันได้ ส่วนความรอบรู้ระดับที่สองนี้ ส่วนใหญ่จะหมายถึง ข้อมูลที่ได้มาจากการทดลอง หรือจากการสังเกต แล้วจดจำไว้เป็นกฎเกณฑ์ของตัวเอง หรือเป็นข้อมูลที่กลั่นกรองมาจากความเข้าใจ สรุปออกมาเป็นกฎเกณฑ์ที่ตายตัวแล้ว

ลักษณะของการรวบรวมข้อมูลในระดับลึกนั้น เนื่องจากเป็นข้อมูลที่แทนความเข้าใจที่เชื่อมโยงถึงกันได้ ในลักษณะนี้มักจะมีความสามารถในการให้เหตุผลได้เมื่อมีการสรุป และให้คำตอบของปัญหาได้เป็นขั้นตอนที่เข้าใจ แต่ส่วนการแทนข้อมูลในลักษณะระดับความรอบรู้ทั่วไป จะสามารถอธิบายเหตุผลได้เพียงว่าใช้กฎข้อใดบ้างเท่านั้น แต่อาจจะไม่สามารถอธิบายได้ว่า ทำไมกฎข้อนั้นให้ผลลัพธ์อย่างนั้น(เช่น กฎข้อนั้นมาจากการทดลองหลายๆ ครั้ง แล้วได้ผลสรุปเป็นข้อๆ แต่เราอาจจะไม่รู้ว่าอะไรคือเหตุผล)

อย่างไรก็ตาม การแทนข้อมูลในทั้งสองลักษณะก็มีความจำเป็น และการใช้งานที่เหมาะสมแตกต่างกันไป ความรอบรู้ระดับทั่วไปก็เหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อการแก้ปัญหาโดยตรง ซึ่งอาจจะไม่สนใจกับการอธิบายเหตุผลมากนัก ก็จะสามารถใช้งานได้ดีเช่นกัน วิธีการในการสร้างฐานความรอบรู้ด้วยวิธีนี้ ก็จะประหยัดกว่าและโดยเฉพาะอย่างยิ่ง รายวิชาที่ต้องการจะสร้างระบบผู้ชำนาญการนั้น ขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่ได้จากการทดลอง การสังเกต จดจำ แล้วสรุปเป็นหลักเกณฑ์เป็นข้อๆ แล้ว วิธีการแบบ surface representation of knowledge หรือการแทนข้อมูลในแบบทั่วๆ ไป ก็ดูจะเหมาะสมกว่าแน่นอน เช่น ระบบการวินิจฉัยโรค เป็นต้น รูปที่ 2 นั้น แสดงถึงส่วนประกอบที่สำคัญของระบบผู้ชำนาญการ

การสร้างระบบผู้ชำนาญการ

ระบบผู้ชำนาญการมีความสามารถในการตัดสินใจได้ ในระดับเทียบเท่าระดับของมนุษย์ผู้เชี่ยวชาญ เนื่องจากเหตุผลที่ว่าคอมพิวเตอร์ได้รวบรวมโครงสร้างของความรู้ในแบบเดียวกับที่มนุษย์ใช้จัดลำดับความเข้าใจและแก้ไขปัญหาโดยใช้สติปัญญานั้น ระบบจะทำงานไปโดยการควบคุมของระบบข้อมูลความรู้ ที่อาจจะประกอบด้วยกฎเกณฑ์ในลักษณะของ “ถ้าเงื่อนไขเป็นจริงแล้ว จึงทำตามคำสั่งภายใต้เงื่อนไขนั้น”(if...then) (ในกรณีของการแทนความรอบรู้ในระดับทั่วไป)แต่ถ้าในกรณีแทนความรอบรู้ในระดับลึก กฎเกณฑ์เหล่านั้นจะถูกแทนในรูปของโครงสร้างแบบร่างแหที่ซับซ้อนกว่า ซึ่งอาจจะเป็นแบบ frame หรือ semantic nets

นิยาม

ระบบผู้ชำนาญการหรือ expert system

ก็คือโปรแกรมที่ได้รวบรวมความรอบรู้ของผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ นำมาใส่ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถให้คำแนะนำ หรือคำปรึกษาแก่ผู้ใช้ที่อาจจะไม่มีความรู้ในสาขาวิชานั้นเลย หรือให้คำปรึกษาเพิ่มเติมให้กับตัวผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ได้อีกด้วย

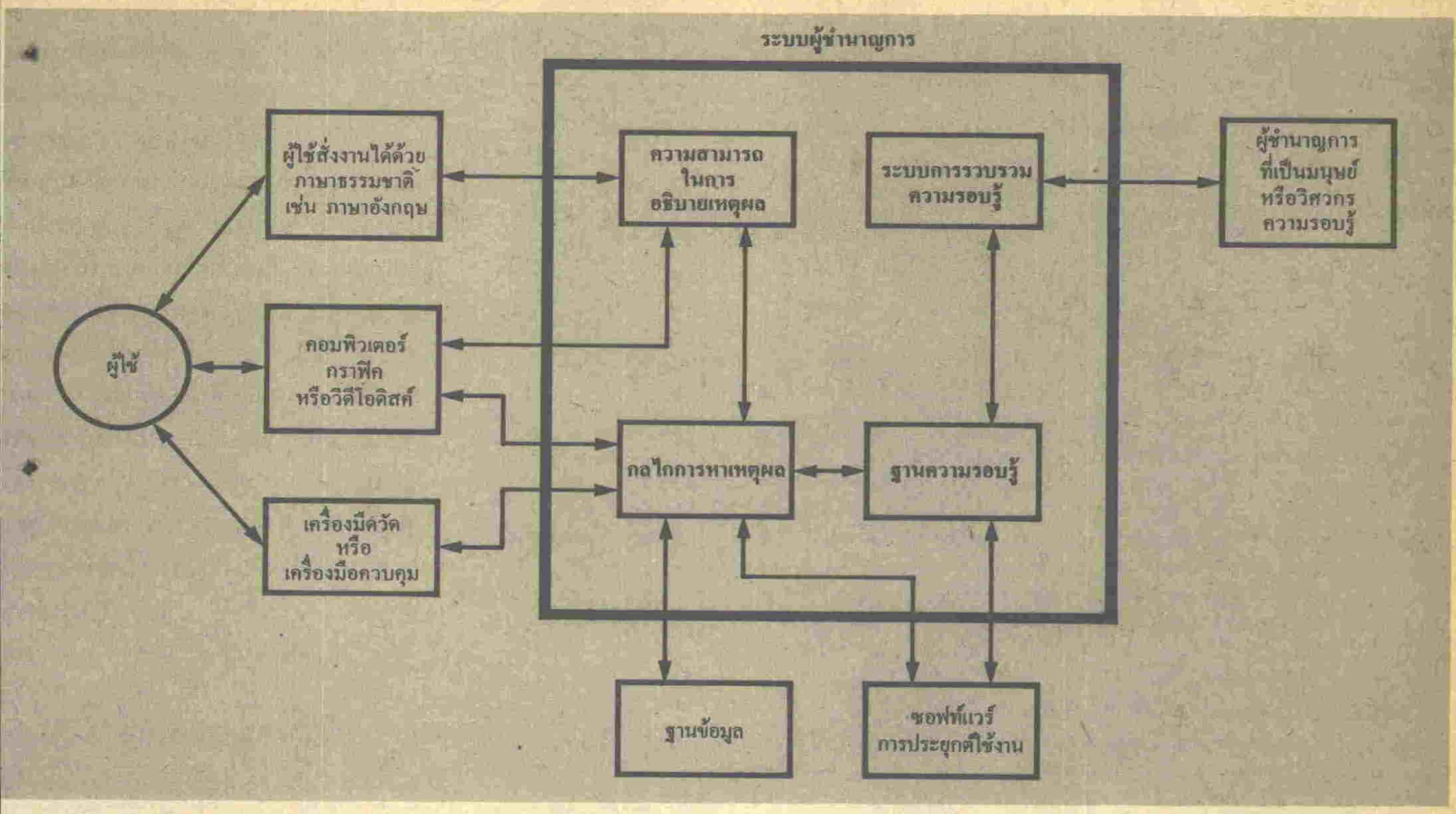
ส่วนประกอบ

ที่สำคัญของระบบผู้ชำนาญการ มี 2 ส่วนใหญ่ๆ กล่าวคือ

ส่วนที่ 1 ฐานข้อมูลความรอบรู้(knowledge base)

ส่วนที่ 2 กลไกหรือระบบที่จะควบคุมการใช้งานคลังแห่งความรอบรู้นั้น ซึ่งเรียกเป็นศัพท์เทคนิคว่า an inference mechanism or engine

รูปที่ 1 ระบบผู้ชำนาญการคืออะไร



รูปที่ 2 ระบบผู้ชำนาญการประกอบด้วย 4 ส่วนสำคัญคือ ฐานข้อมูลความรอบรู้ กลไกการหาเหตุผล ระบบรวบรวมความรอบรู้ และระบบอธิบายเหตุผล ระบบผู้ชำนาญการนี้ควรจะมีความสามารถที่จะเชื่อมโยงกับระบบอื่นๆภายนอกที่ใช้งานอยู่แล้ว เช่น ระบบฐานข้อมูลที่ใช้ประยุกต์กับงานด้านอื่นๆต่อไปได้ เป็นต้น

การแทนความรอบรู้โดยทั่วไป (surface representation)

ระบบผู้ชำนาญการมีเป้าหมายที่จะให้คอมพิวเตอร์ทำการแก้ไขปัญหาด้วยความฉลาด ในระดับที่ใกล้เคียงกับมนุษย์ วิธีการหนึ่งในการแทนความรอบรู้อันนี้ได้โดยใช้ rule-based system ซึ่งก็คือระบบที่รวบรวมความรอบรู้ในลักษณะของกฎเกณฑ์เป็นข้อๆ ระบบที่บรรจุกฎเกณฑ์ต่างๆ ไว้ภายในฐานของความรอบรู้ที่ประสบความสำเร็จมีหลายระบบเช่น

- MYCIN ใช้งานสำหรับการวินิจฉัยโรคติดเชื้อแบคทีเรียในโลหิต และแนะนำการรักษาคนไข้ด้วยการใช้ยา
- HEURISTIC DENDRAL วิเคราะห์โครงสร้างของสารประกอบทางเคมี
- PROSPECTOR ช่วยนักธรณีวิทยาวิเคราะห์แหล่งแร่
- PUFF วิเคราะห์ระบบไหลเวียนของโลหิต
- INTERNIST วินิจฉัยโรคโดยใช้อายุรศาสตร์
- XCON (หรือ R1) ออกแบบและวางระบบคอมพิวเตอร์ VAX-11/780
- SACON ช่วยเหลือวิศวกรโยธาในงานการวิเคราะห์โครงสร้าง

เนื่องจากมีผู้นิยมใช้วิธีการแบบ rule-based system ในการสร้างระบบผู้ชำนาญการ จึงทำให้มีผู้เขียนซอฟท์แวร์หลายบริษัท ได้พยายามสร้างโปรแกรมในระดับสูง ที่จะช่วยทำให้ผู้ใช้ทั่วไปสามารถสร้างฐานความรอบรู้ขึ้นมาได้ โดยใช้หลักการของ RBS นี้ ซอฟท์–แวร์ที่มีอยู่นำมาใช้งานในลักษณะเป็นเครื่องมือในการสร้างซอฟท์แวร์ระบบผู้ชำนาญการมีอยู่หลายโปรแกรม ดังนี้

- EMYMIN
- AGE
- OPS5
- ADVICE
- Hearsay-3
- AL/X
- Expert-Ease
- KS 300
- Personal Consultant

ลักษณะของ rule-based system จะประกอบด้วยกฎของความรู้ต่างๆ เก็บอยู่ในรูปของเหตุผล ถ้าเงื่อนไขที่กำหนดหลัง if เป็นความจริงแล้ว จะมีผลลัพธ์หรือมีการทำงานตามชุดของคำสั่งตามหลัง then (ถ้า...(เงื่อนไข)...แล้วจึงได้...(ผลลัพธ์)...) และจะต้องมีวิธีการควบคุมใช้ความรอบรู้ให้ถูกต้อง โดยมีฟังก์ชันพื้นฐานอย่างน้อย 4 ประ–การดังนี้

1. การเลือก(selection) มีวิธีการเลือกกฎที่จะนำไปใช้อย่างชาญฉลาด

2. การเปรียบเทียบ(matching) มีการเปรียบเทียบเงื่อนไข เป็นต้น

3. การจัดลำดับ...รายการ(scheduling) การจัดลำดับขั้นการทำงานของแต่ละคำสั่งหรือแต่ละเงื่อนไข

4. การคำนวณ(execution) การคำนวณทั้งในเชิงคณิตศาสตร์ และตรรกศาสตร์ เพื่อจะเปลี่ยนแปลงข้อมูล ตามคำสั่ง ภายในกฎข้อนั้นๆ

จากรูปที่ 3 จะเป็นตัวอย่างการแทนความรอบรู้โดยใช้กฎ if...then และ ตารางที่ 1 เป็นตัวอย่างระบบที่มีใช้งานในปัจจุบัน

MYCIN : ระบบการวินิจฉัยโรค
if : the stain of organism is gram-positive, and the morphology of the organism is COCCUS, and the growth conformation of the organism is Clumps
then : (0.7) the identity of the organism is staphyloccus

RI : การวางระบบคอมพิวเตอร์
if : the most current active context is distributing massbus devices, and
there is a aingle-port disk drive that has not been assigned to massbus, and
ther are no unassigned dual-port disk drives, and the number of devices that each massbus should support is known, and there is a massbus that has been assigned at least one disk drive and that should support additional disk drives,
and the type of cable needed to connect the disk drive to the previous device on the massbus is know.
then : assign the disk drive to the massbus.

PROSPECTOR : ระบบการวิเคราะห์แหล่งแร่
if : magnetite or pyrite in disseminated or veinlet form is present
then : (2,-4) there is favorable mineralization and texture for the propylitic stage.

รูปที่ 3 ตัวอย่างการแทนความรอบรู้ในระบบผู้ชำนาญการโดยกำหนดเป็นกฎเงื่อนไข (ถ้า...(เงื่อนไข)...แล้วจึงได้...(ผลลัพธ์)...) หรือเป็นแบบที่เรียกว่า rule-based system

การแทนความรอบรู้ในระดับลึก (deep representation of knowledge)

แนวทางในการแทนความรอบรู้ใน
แบบเฟรม(frame) และแบบร่างแห(network)
จะช่วยในการแทนความรอบรู้ หรือข้อมูล
เหตุผลในระดับที่ลึกซึ้งได้ดี เช่น ความรอบรู้
ของมนุษย์ผู้เชี่ยวชาญที่อยู่ในรูปของความ
เข้าใจ ภาพพจน์ นิยาม หรือเหตุผลที่เชื่อมโย
ถึงกัน เป็นต้น ลักษณะของสิ่งของ หรือขบวน
การการทำงาน จะเชื่อมต่อถึงกันด้วยความ
สัมพันธ์บางอย่างที่แตกต่างกันไป ระบบผู้
ชำนาญการที่มีฐานความรอบรู้ในลักษณะนี้
มีการตรวจสอบความสัมพันธ์ในร่างแหที่ให้
ความเข้าใจนั้นๆ เพื่อที่จะค้นหาคำตอบหรือ
ให้เหตุผลของคำตอบ หรือแม้แต่การสร้าง
ความรู้ความเข้าใจใหม่ๆ จากความรู้เดิมได้
อีกด้วย ดังรูปที่ 4

การรวบรวมความรอบรู้ (knowledge acquisition)

การดึงเอาความรู้ความเข้าใจ และ
เหตุผลของมนุษย์ เพื่อจะนำมาป้อนเข้าเครื่อง
คอมพิวเตอร์ อาจจะมีวิธีการดังนี้

- โดยการบอก
- โดยการเปรียบเทียบ
- โดยการยกตัวอย่าง

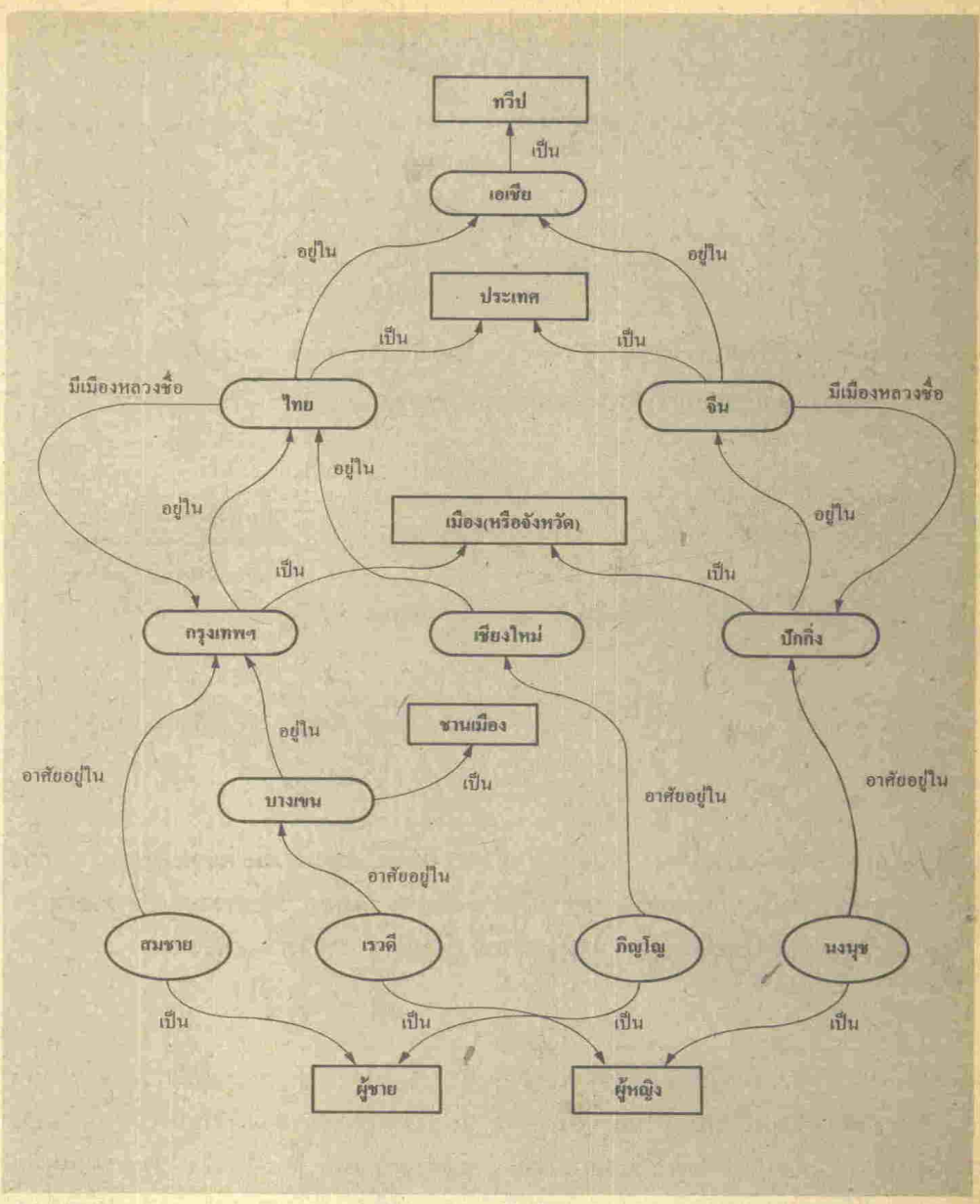
ตารางที่ 1 ตัวอย่างระบบผู้ชำนาญที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

ชื่อของระบบ	บริษัทที่ผลิต	การประยุกต์ใช้งาน
XCON/XSEL	Digital Equipment Corp	วางระบบคอมพิวเตอร์ตามความต้องการของลูกค้า
Lithography Advisor	Hewlett-Packard Co.	ช่วยช่างเทคนิคในการวิเคราะห์จุดเสียในระบบการผลิตไอซี
Alarm Advisor	Lisp Machine Inc.	ระบบควบคุมการเตือนในอุตสาหกรรมผลิตน้ำมัน
	Taxaco Inc.	สัญญาณเตือนเมื่อมีความผิดพลาด และให้คำแนะนำในการควบคุม
Promoter	Management Decision Systems Inc.	แนะนำเพื่อการวางแผน และควบคุมการขาย(sales promotion)
Mudmin	NL Baroid/NL Industries Inc.	วิเคราะห์การขุดเจาะน้ำมัน และให้คำแนะนำในการทำงาน
MORE	Persoft Inc.	ระบบผู้เชี่ยวชาญด้านการตลาดแบบ Direct-Mail
DAS	Carnegie Group Inc.	ออกแบบวงจรไอซี VLSI ตั้งแต่การวิเคราะห์สัญญาณ ออกแบบวงจรการวาง layout จนถึงการจัดการขบวนการผลิต
EPA	Software Architecture and Enginearing Inc.	ใช้งานในการส่ง และแสดงผลการจ่ายน้ำขององค์การสิ่งแวดล้อม
Water-Permit		
Revier System		

– การสังเกต การค้นพบ การทดลอง
– การหาเหตุผล จากโครงสร้างความ
รอบรู้ในระดับลึก

เราสามารถแทนความหมายของวัตถุ (object) และความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ (relation between object) ความสัมพันธ์ต่างๆ เหล่านี้จะถูกเชื่อมโยงถึงกันตามเงื่อนไขที่เหมาะสมเป็นร่างแห ดังรูปที่ 5

การรวบรวมความรอบรู้ หรือ knowledge acquisition ถือได้ว่าเป็นงานที่สำคัญที่สุด ของการสร้างระบบผู้ชำนาญ ผู้ชำนาญที่เป็นมนุษย์จะถูกซักถามซ้ำแล้วซ้ำอีก โดยผู้เชี่ยวชาญในการสร้างระบบคอมพิวเตอร์ชำนาญการ จะต้องใช้เวลา และความอดทนในการสร้างระบบต้นแบบ และจะต้องปรับปรุงดัดแปลง จนกว่าจะได้ระบบที่จะใช้งานได้จริง ดังรูปที่ 6 วิศวกรรมสาขาใหม่จึงเกิดขึ้นเรียกว่า วิศวกรรมความรอบรู้ (knowledge engineering) วิศวกรความรอบรู้จะต้องทำหน้าที่ดังกล่าวนี้ เนื่องจากความยุ่งยากในการรวบรวมความรอบรู้นี้มีมาก จึงมีหลักวิธีการ ทฤษฎี รวมทั้งเครื่องมือในเชิงซอฟท์แวร์ในการทำ knowledge acquistion มากมายเกิดขึ้น และบางครั้งก็ยังจำเป็นจะต้องทำให้ระบบ knowledge acquisition นี้บรรจุเข้าเป็นในส่วนของระบบผู้ชำนาญการด้วย ดังรูปที่ ตัวอย่างของซอฟท์แวร์ที่ช่วยรวบรวมความรอบรู้ และสร้างระบบผู้ชำนาญการก็คือ ADVICE EMYCIN OPS5 MUFL เป็นต้น



รูปที่ 4 ตัวอย่างการแทนความเข้าใจ หรือความรู้ในรูปของร่างแห (semantic net) จะสังเกตว่าประกอบกันเป็นกราฟ ที่มีโนด (node) และความสัมพันธ์ระหว่างโนดที่เชื่อมโยงถึงกัน เป็นตาข่ายแห่งความเข้าใจที่นำไปใช้งานได้ เช่น คอมพิวเตอร์สามารถที่จะให้เหตุผลได้ว่าทำไมผู้ชายที่ชื่อสมชายอาศัยอยู่ในทวีปเอเชีย เป็นต้น

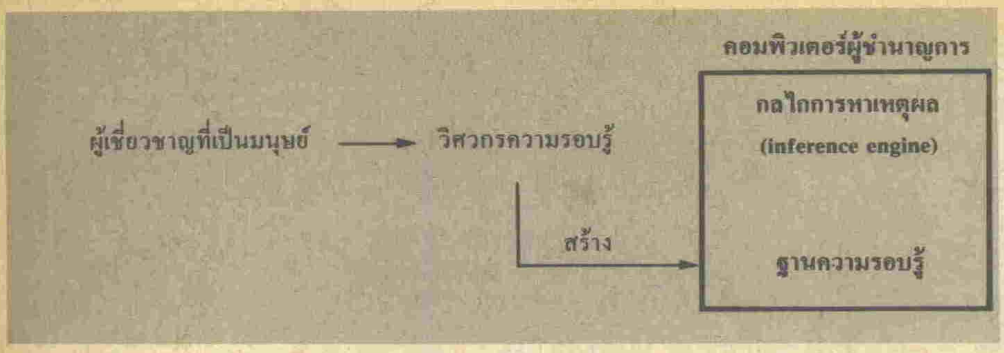
ตัวอย่างระบบผู้ชำนาญการทางด้านการวางระบบคอมพิวเตอร์ R1

ขั้นตอนในการสร้างระบบผู้ชำนาญการ

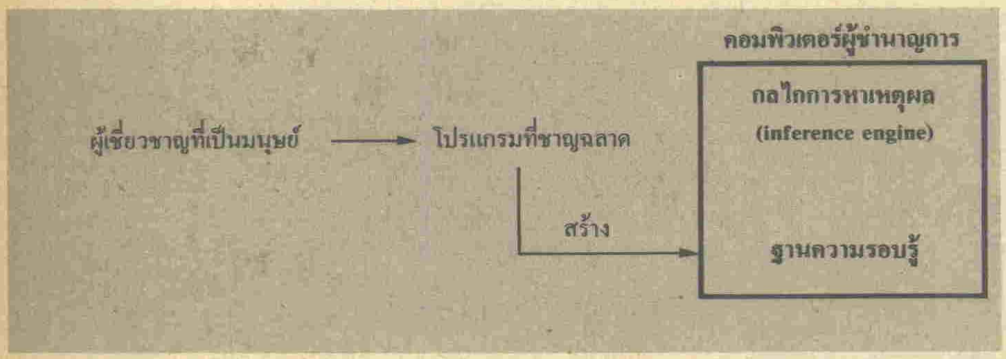
1. สร้างระบบต้นแบบขึ้นก่อน เพื่อ

CHAIR : Frame		
Specialization-of	:	FURNITURE
Number-of-legs	:	an integer (DEFAULT = 4)
Style-of-back	:	straight, cushioned,...
Number-of-arms	:	0, 1, or 2
JOHN'S CHAIR : Frame		
Specialization-of	:	CHAIR
Number-of-legs	:	4
Style-of-back	:	cushioned
Number-of-arms	:	0

รูปที่ 5 ตัวอย่างแสดงความเข้าใจ หรือความรอบรู้ เพื่ออธิบายลักษณะของวัตถุ(เก้าอี้) โดยใช้เฟรม(frame) เฟรมต่างๆ เหล่านี้ อาจจะถูกนำมาเชื่อมโยงถึงกันด้วยความสัมพันธ์บางอย่าง จนกลายเป็นฐานความรอบรู้ที่สามารถนำไปใช้อธิบายเหตุผล หรือแก้ไขปัญหาต่างๆได้.



รูปที่ 6 ขั้นตอนการสร้างระบบผู้ชำนาญการ โดยมีวิศวกรความรอบรู้เป็นสื่อกลางระหว่างผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์กับคอมพิวเตอร์



รูปที่ 7 อีกวิธีหนึ่งในการสร้างระบบผู้ชำนาญการ เมื่อมีโปรแกรมที่ชาญฉลาดเพียงพอที่จะทำหน้าที่เปรียบเสมือนเป็นวิศวกรผู้สร้างระบบ โดยการรับความรู้ ความเข้าใจจากมนุษย์ มาสร้างเป็นความรู้ความเข้าใจของตัวเองได้โดยตรง

ทดสอบแนวทางความเป็นไปได้ของระบบ

2. พัฒนาระบบต้นแบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น กล่าวคือ ระบบจะถูกแก้ไขดัดแปลง ให้มีความสามารถมากขึ้น ความรอบรู้มีมากขึ้น

3. ผลิตขึ้นมาเพื่อให้ใช้งานจริง แต่ในขณะเดียวกันอาจจะยังคงมีการเพิ่มฐานความรอบรู้ และการแก้ไขดัดแปลงอื่น ๆ ให้ถูกต้อง

4. ขยายขีดความสามารถเพื่อทำการแก้ไขปัญหาอื่น ๆ ข้างเคียง

ตัวอย่างของระบบผู้ชำนาญที่ใช้ขั้นตอนดังกล่าว ก็คือ ระบบ R1 (บางทีเรียกว่า XCON) เป็นระบบผู้ชำนาญการในการวางระบบมินิคอมพิวเตอร์ VAX-11 ของบริษัทดิจิตอลอิควิปเมนต์

ระบบต้นแบบของ R1 พัฒนาขึ้นในมหาวิทยาลัยคานากี้–เมลลอน โดยใช้กฎต่าง ๆ ในฐานความรอบรู้ประมาณ 200 ข้อ เป็นกฎการวางระบบคอมพิวเตอร์ VAX กฎต่าง ๆ เหล่านี้ ถูกรวบรวมมาจากคู่มือทางเทคนิค การพูดคุยกับวิศวกรผู้ชำนาญทางด้านนี้โดยเฉพาะ ระบบต้นแบบที่ถูกสร้างขึ้นนี้ สามารถทำการวางระบบได้อย่างถูกต้องเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ จากกรณีศึกษาที่ให้เป็นตัวอย่าง

หลังจาก R1 ก็ได้รับการขยายขอบเขตความสามารถให้มีเพิ่มมากขึ้น โดยการปรึกษา พูดคุย อภิปรายกับผู้เชี่ยวชาญ และจากการทดสอบการวางระบบหลาย ๆ แบบ เมื่อคอมพิวเตอร์มีการทำงานผิดพลาด จะต้องกลับไปถามผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ว่าเพราะเหตุใด หรือมีกฎข้อใดผิดพลาดหรือจะต้องมีการวางกฎข้อใหม่ นำเข้าไปเก็บไว้ในฐานความรอบรู้เพิ่มเติมอีกหรือไม่

เมื่อ R1 ทำงานได้ถูกต้องถึง 90 เปอร์เซ็นต์ จึงได้เริ่มนำระบบดังกล่าวนี้ไปใช้งานจริง ควบคู่กับการวางระบบโดยใช้วิศวกรและวิธีการเดิมที่มีอยู่ เพื่อจะเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ขณะเดียวกันก็มีการแก้ไขข้อผิดพลาดที่ยังมีหลงเหลืออยู่ได้อีกด้วย กฎของความรอบรู้ถูกเพิ่มเติมเข้าไปอีกจนทำให้โปรแกรมสามารถทำหน้าที่วางระบบคอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์

ในปัจจุบันนี้ R1 มีกฎจำนวนประมาณ 4,000 ข้อบรรจุอยู่ในฐานความรอบรู้ และนอกจากจะนำไปใช้ในการวางระบบ VAX แล้ว ยังนำไปใช้กับคอมพิวเตอร์รุ่นอื่นได้ เช่น PDP-11 เป็นต้น

R1 หรือ XCON นี้ถือได้ว่าเป็นระบบผู้ชำนาญที่ประสบความสำเร็จสูงสุด ในเชิงธุรกิจโปรแกรมหนึ่ง ถึงแม้ว่าต้องลงทุนไปหลายล้านดอลลาร์ ลงแรงไปหลายปีก็ตาม แต่ก็ได้ผลคุ้มค่า เพราะบริษัทดิจิตอลอิควิปเมนต์เองได้กล่าวว่า ระบบดังกล่าวได้ลดต้นทุนลงปีละถึง 18 ล้านเหรียญ (ดอลลาร์) และที่สำคัญก็คือ การทำให้ลูกค้า (ผู้ซื้อ) พอใจกว่าเดิมนั่นเอง

คอมพิวเตอร์การแพทย์ MYCIN

MYCIN เป็นชื่อของระบบคอมพิวเตอร์ผู้ชำนาญการ สำหรับใช้ในการวินิจฉัยโรคการติดเชื้อแบคทีเรียในโลหิต การทำงานเริ่มตั้งแต่มีการตั้งสมมติฐานของโรคว่าผู้ป่วยควรจะเป็นโรคอะไร แล้วคอมพิวเตอร์จะพยายามที่จะหาหลักฐานเพื่อที่ยืนยัน หรือปฏิเสธสมมติฐานนั้นว่าถูกต้องหรือไม่ โดยการถามข้อมูลเพิ่มเติมจากนายแพทย์ผู้เกี่ยวข้อง เริ่มต้นจากสมมติฐานของโรค (ที่คิดว่าคนไข้เป็น) ดังนี้

ระบบ MYCIN : คนไข้เป็นโรคติดเชื้อแบบไหน?

นายแพทย์ : เยื่อบุหลอดเลือดแดงอักเสบ (endarteritis)

(การอักเสบที่เกิดขึ้นที่เยื่อบุหลอดเลือดแดง และอาจจะเป็นผลมาจากเหตุผลที่แตกต่างไปหลายประการ)

ระบบ **MYCIN :** organism-1 เป็นชนิด rod หรือ coccus

(คอมพิวเตอร์พยายามที่จะถามคำถามที่ทำให้ปัญหาแคบเข้าว่า อะไรเป็นสาเหตุของโรค)

นายแพทย์ : เป็นแบบ rod

หลังจากนี้ MYCIN จะถามคำถามที่เป็นข้อมูล ที่อาจจะได้ผลทดสอบจากห้องเลือด เพื่อที่จะค้นหาข้อมูลให้แน่ชัดว่า อะไรเป็นสาเหตุของโรคกันแน่ หลังจากที่คอมพิวเตอร์สามารถสรุปผลคำตอบว่าเป็นโรคอะไรแน่แล้ว คอมพิวเตอร์จะแนะนำการรักษา โดยการใช้ยาชนิดไหนเพื่อที่จะกำจัดเชื้อโรคที่เกี่ยวข้องได้ และเพื่อที่จะทำให้นายแพทย์ผู้ได้รับคำแนะนำจากเครื่องคอมพิวเตอร์แน่ใจว่าคอมพิวเตอร์ให้คำตอบที่ถูกต้อง คอมพิวเตอร์จะต้องให้เหตุผลด้วยว่า ทำไมจึงแนะนำการใช้ยานั้น เช่น

นายแพทย์ : ทำไมคุณถึงสรุปได้ว่า organism-1 คือ E.Coli?

ระบบ MYCIN : ผมใช้กฎข้อที่ 084 ในการสรุปว่า organism-1 คือ E.Coli ผมสามารถบอกได้ว่า ค่าแฟคเตอร์ของความถูกต้อง(certainty factor) มีค่าเป็น 0.51

(มาถึงขั้นนี้ นายแพทย์อาจจะถามคอมพิวเตอร์ต่อไป เพื่อจะทราบรายละเอียดเพิ่มเติม เกี่ยวกับกฎข้อที่ 084 ต่อไปได้...)

Internist-1 ระบบผู้ชำนาญการด้านการแพทย์(อายุรแพทย์)

นักวิจัยแห่งมหาวิทยาลัยพิซเบิร์ก (Pittsburgh) ใช้เวลาถึง 15 ปี ในการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ผู้ชำนาญการ Internist-1 ที่ใช้งานในการให้คำแนะนำการวินิจฉัยโรคสำหรับโรคทางด้านอายุรศาสตร์(โรคที่รักษาด้วยการใช้ยา) ได้หลายชนิด โปรแกรมนี้ได้รวบรวมความรอบรู้ จากผู้ชำนาญงานในด้านอายุรศาสตร์โดยเฉพาะ(ชื่อนายแจ็ค ไมเยอร์) ช่วยในการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากเชื้อโรคถึง 500 ชนิด ในขณะเดียวกันยังสามารถวินิจฉัยอาการของโรค ที่อาจจะเกิดจากเชื้อโรคได้มากกว่าหนึ่งชนิดได้ (แตกต่างจากระบบผู้ชำนาญการอื่นที่พิจารณาสมมติฐานทีละ 1 โรคเท่านั้น) ระบบ Internist-1 ได้รวบรวมข้อมูลของโรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องถึง 3 ใน 4 ของโรคที่เป็นกันโดยทั่วไป

Internist-1 : Enter case name

นายแพทย์ : (นายแพทย์จะทำการป้อนชื่อของกรณีที่จะวินิจฉัย)

Internist-1 : Initial positive manifestations (ขอให้ใส่ข้อมูลเริ่มต้น)

นายแพทย์ : + Age gtr than 55
+ Arthritis HX
+ Depression HX
+ Sex female
+ Chest pain lateral sharp
+ Liver enlarged moderate
+ Feces guiaiac test positive
.....

Internist-1 : Initial negative findings (กรุณาบอกอาการของโรค)

นายแพทย์ - Alcoholism chronic HX
- Diarrhea chronic
- Fever
- Uric acid blood increased
.....

Internist-1 : Disregarding : Depression HX, weight increase recant HX, chest pain lateral exacerbation with breathing, chest pain lateral sharp. .....

Considering : Age gtr than 55, sex female, urine dark HX, anorexia, feces light colored, jaundice, liver enlarged moderate.

(คอมพิวเตอร์จะทำการวินิจฉัยโรค โดยการตั้งกลุ่มสมมติฐานของโรค และจะพิจารณาเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องเท่านั้น)

Internist-1 : Please enter findings of Lipid(S) blood

(คอมพิวเตอร์ ทำการถามข้อมูลเพิ่มเติม หรือนำไปใช้ในการพิจารณาเลือกสมมติฐานที่ถูกต้อง จากกลุ่มของสมมติฐานที่ทราบ)

นายแพทย์ : GO

(คำถามบางอย่าง นายแพทย์อาจจะไม่มีข้อมูลหรือไม่ทราบก็เป็นได้)

Internist-1 : Cholesterol blood decreased?

(ถามว่ามี ไขมัน คอเรสเตอร์รอลในโลหิตลดน้อยลงใช่ไหม)

นายแพทย์ : N/A (not applicable)

(การถามตอบจะกระทำต่อไป จนกระทั่งคอมพิวเตอร์สามารถสรุปข้อวินิจฉัยได้)

Internist-1 Conclude : Hepatitis chronic active

(คอมพิวเตอร์จะสรุปผลออกมาว่าเป็นเชื้อโรคอะไร หลังจากนี้อาจจะมีการตั้งสมมติฐานของโรคอื่นต่อไป ในกรณีที่คนไข้อาจจะมีอาการของโรคอื่นแทรกซ้อนได้ด้วย)

ระบบผู้ชำนาญการด้านการแพทย์ Internist-1 ได้บรรจุข้อมูลของความรอบรู้เกี่ยวกับเชื้อโรคต่าง ๆ มากกว่า 500 ชนิด พูดคุย/หรือถามตอบกับนายแพทย์ โดยใช้ไวยากรณ์ของภาษาที่กำหนด ทำงานโดยวิธีการตั้งกลุ่มของสมมติฐานของโรคที่เป็นไปได้ แล้วพิจารณาข้อมูลที่มีของอาการของโรค หรือข้อมูลเกี่ยวกับคนไข้ทั้งที่ทราบและไม่ทราบชัดเจน คอมพิวเตอร์จะค้นหาเหตุผลจนกระทั่งให้คำตอบของโรคที่แน่ชัดออกมา

บทสรุป

ระบบผู้ชำนาญการ อาจจะถูกสร้างโดยใช้วิธีการแทนความรอบรู้ได้หลายวิธี โดยอาจจะเป็นแบบ rule-based, networks, frame หรืออาจจะเป็นแบบผสม แต่อย่างไรก็ตาม เราจำเป็นจะต้องมีระบบเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดของหน่วยความจำที่จุข้อมูลและโปรแกรมจำนวนมาก ๆ จะต้องมีภาษาคอมพิวเตอร์ในระดับค่อนข้างสูง เพื่อช่วยสนับสนุนในการสร้าง เช่นภาษา LISP (List Processing) และ PROLOG (Programming in Logic) เป็นต้น และยิ่งกว่านั้นอาจจะมีความต้องการที่จะต้องสร้างเครื่องมือพิเศษอื่น ๆ อีก เพื่อช่วยในการสร้างระบบผู้ชำนาญการให้มีประสิทธิภาพ วิศวกรความรอบรู้จึงจะสามารถสร้างระบบต้นแบบ (prototype) เพื่อทดลอง ทดสอบ ทั้งแนวความคิด วิธีการ และจะต้องดัดแปลงแก้ไข ซ้ำแล้วซ้ำอีกเพื่อที่จะนำความเข้าใจของผู้ชำนาญการที่เป็นมนุษย์ มาบรรจุในคอมพิวเตอร์อย่างถูกต้องจริง ๆ แต่ละขั้นตอนเหล่านี้จะมีปัญหาและอุปสรรคในการทำหลายประการ แต่อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีผู้ชำนาญการก็ถือได้ว่า เป็นเทคโนโลยีที่ใหม่ น่าที่จะติดตามต่อไปเช่นกัน